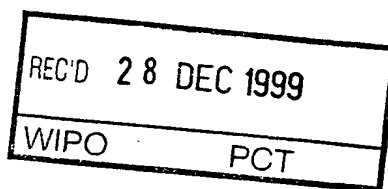


Helsinki 7.12.1999

ETUOIKEUSTODISTUS
PRIORITY DOCUMENT



Hakija
Applicant

Nokia Telecommunications Oy
Helsinki

Patenttihakemus nro
Patent application no

982222

Tekemispäivä
Filing date

13.10.1998

Kansainvälinen luokka
International class

H04Q

Keksinnön nimitys
Title of invention

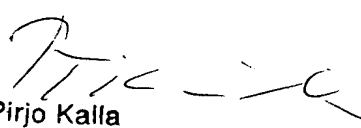
"Tiedonsiirtoresurssien optimointi"

Hakijan nimi on hakemusdiaariin 02.12.99 tehdyn nimenmuutoksen jälkeen **Nokia Networks Oy**.

The application has according to an entry made in the register of patent applications on 02.12.99 with the name changed into **Nokia Networks Oy**.

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä, patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the description, claims, abstract and drawings originally filed with the Finnish Patent Office.


Pirjo Kalla
Tutkimussihteeri

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Maksu 300,- mk
Fee 300,- FIM

Osoite: Arkadiankatu 6 A Puhelin: 09 6939 500 Telefax: 09 6939 5204
P.O.Box 1160 Telephone: + 358 9 6939 500 Telefax: + 358 9 6939 5204
FIN-00101 Helsinki, FINLAND

Tiedonsiirtoresurssien optimointi

Keksinnön tausta

Keksintö liittyy tiedonsiirtoresurssien käytön optimointiin datapuhe-
lussa, ja erityisesti monikanavatekniikkaan perustuvien suurinopeuksisten da-
5 tasiirtopalveluiden ilmarajapinnan liikennekanavien käytön optimointiin.

Nykyaikaiset matkaviestinjärjestelmät tarjoavat tilaajille tavanomai-
sen puheensiirron lisäksi erilaisia datasiirto-ominaisuuksia. Matkaviestinjär-
jestelmissä radiorajapinnassa käytettävissä oleva tiedonsiirto kapasiteetti jae-
taan lukuisien käyttäjien kesken jollakin monikäyttöperiaatteella. Yleisimpiä
10 monikäyttöperiaatteita ovat aikajakomonikäyttö (TDMA), koodijakomonikäyttö
(CDMA) ja taajuusjakomonikäyttö (FDMA). TDMA-järjestelmissä liikennöinti
radiotiellä on aikajakoinen tapahtuen peräkkäin toistuvissa TDMA-kehyksissä,
joista kukin käsittää useita aikavälejä. Aikavälejä käytetään pääasiassa siirtä-
mään ohjauskanavia ja liikennekanavia. Liikennekanavilla siirretään puhetta ja
15 dataa. Datalla tarkoitetaan tässä hakemuksessa mitä tahansa digitaalisessa
tietoliikennejärjestelmässä välitettävää informaatiota. Tällainen informaatio voi
käsittää digitaaliseen muotoon koodattua puhetta, tietokoneiden välistä datalii-
kennettä, telefaksidataa, lyhyitä ohjelmakoodin kappaleita jne. Ohjauskanavilla
suoritetaan merkinantoa tukiaseman ja matkaviestimien välillä. Eräs esimerkki
20 TDMA-radio-järjestelmästä on yleiseurooppalainen matkaviestinjärjestelmä
GSM (Global System for Mobile Communications).

Nykyisissä matkaviestinjärjestelmissä tarvittavasta datasiirtonopeu-
desta riippuen liikennekanava voi muodostua yhdestä alikanavasta (esim.
TDMA-aikaväli) tai useammasta alikanavasta (esim. useita TDMA-aikavälejä
25 suurinopeuksista datasiirtoa varten). Esimerkiksi GSM-matkaviestinjärjestel-
mässä on määritelty suurinopeuksinen datapalvelu HSCSD (High Speed Cir-
cuit Switch Data), jossa liikennekanava voi koostua useasta alikanavasta. Ka-
navia ja alikanavia voidaan varata symmetrisesti tai epäsymmetrisesti. Vas-
taavasti esimerkiksi ns. kolmannen sukupolven matkaviestinjärjestelmiin, ku-
30 ten UMTS (Universal Mobile Telecommunication System) sekä IMT-2000
(International Mobile Telecommunication 2000), on suunniteltu suurinopeuk-
sista datapalvelua. Myös erillisradiojärjestelmissä, kuten TETRA (TERrestrial
Trunked Radio), on mahdollista varata useita alikanavia yhdelle yhteydelle.
Käyttäjän datasiirtonopeuteen ilmarajapinnalla vaikuttavat alikanavien määrän
35 lisäksi käytetty kanavakoodausmenetelmä.

Kuviossa 1 näytetään datasiirron eräs mahdollinen tilanne GSM-matkaviestinjärjestelmässä. Kuvion 1 esimerkissä datasiirtopuhelu on kahden matkaviestimen välinen puhelu. Kun matkaviestin MS A soittaa matkaviestimelle MS B datasiirtopuhelun, muodostetaan puhelulle eli yhteydelle haara 1 (leg) matkaviestimen MS A ja sitä palvelevan matkapuhelinkeskuksen MSC 1 välille. Vastaavasti samalle yhteydelle muodostetaan haara 2 matkaviestimen MS B ja sitä palvelevan matkapuhelinkeskuksen MSC 2 välille. Kummallekin haaralle 1 ja 2 varataan datasiirtonopeuden edellyttämä määrä alikanavia. Kummallakaan haaralla ei ole tietoa toisen haaran tilanteesta, vaikka kumpaa-kin palvelisi sama matkapuhelinkeskus. Kun esimerkiksi puheluhaaran 1 datasiirtonopeus ilmarajapinnalla Air vaihtelee esimerkiksi tason noston (upgrade), eli alikanavien määrän lisäämisen, tai laskun (downgrade), eli alikanavien määrän vähentämisen, takia, ei haara 2 seuraa mukana. Niinpä haaran 1 tason noston seurauksena matkaviestin MS A voi varata ilmarajapinnalta tarpeettomasti alikanavia, joita se ei voi käyttää haaran 2 huonomman datasiirtonopeuden takia. Vastaavasti haaran 1 tason laskun seurauksena matkaviestimellä MS B voi olla varattuna ilmarajapinnalta tarpeettomasti alikanavia, joita se ei voi käyttää haaran 1 pienentyneen datasiirtonopeuden takia. Tilanne on sama, palvelepa matkaviestimiä MS A ja MS B sama matkapuhelinkeskus tai eri matkapuhelinkeskus.

Ongelmana yllä kuvatussa järjestelyssä on, että radorajapintaa ei pystytä hyödyntämään tehokkaimmalla mahdollisella tavalla, koska tieto saman yhteyden toisen haaran datasiirtonopeuden muutoksesta ei välity toiselle haaralle. Radiospektrin tehokas hyödyntäminen on avaintekijä matkaviestinverkkojen suunnittelussa ja toteutuksessa.

Liikennekanavien tehon käyttö voi olla ongelma myös matkaviestimen ja kiinteän verkon välisessä puhelussa. Kiinteän verkon osuus voi tarjota (esimerkiksi modeemien autobauding-kättelyn tuloksena tai käytetystä kiinteän verkon protokollasta johtuen) selvästi suuremman tai selvästi pienemmän datanopeuden kuin puhelunmuodostusvaiheessa on pyydetty. Ongelma voi olla myös tilapäisluonteinen, yhteyden tai verkon laadusta johtuva.

Myös kiinteän verkon puhelussa liikennekanavien tehon käyttö voi olla ongelma. Esimerkiksi siirrettäessä dataa laajakaistaverkossa kahden kaapeakaistaisen ISDN-verkon välillä, voidaan yhteydelle varataan kummankin ISDN-verkon puolella useita aikavälejä, jolloin ISDN-verkon eri puolien data-

siirtonopeus ei välttämättä ole sama ja toisen puolen resursseja voidaan tuh-
lata.

Keksinnön lyhyt selostus

Keksinnön tavoitteena on siten kehittää menetelmä ja menetelmän
5 toteuttava laitteisto siten, että yllä mainitut ongelmat saadaan ratkaistua. Kek-
sinnön tavoitteena on erityisesti käytettävissä olevan kanavakapasiteetin
mahdollisimman tehokas hyödyntäminen. Keksinnön tavoitteet saavutetaan
menetelmällä, järjestelmällä ja verkkosovittimella, joille on tunnusomaista se,
mitä sanotaan itsenäisissä patenttivaatimuksissa 1 ja 11, 15 ja 19. Keksinnön
10 edulliset suoritusmuodot ovat epäitsenäisten patenttivaatimusten kohteena.
Verkkosovittimella tarkoitetaan tässä mitä tahansa tiedonsiirtoverkon verk-
koelementtiä, joka sisältää verkkosovitintoiminnon.

Keksintö perustuu siihen, että verkko mukauttaa matkaviestimen ja
verkon väliset liikennekanavaresurssit sopivaksi verkkoelementistä ulospäin
15 olevalle yhteydelle, esimerkiksi yhteydelle toiseen matkaviestimeen tai yhtey-
delle kiinteään verkkoon, tarkkailemalla ja vertailemalla osayhteyksien data-
siirtokapasiteettia tai vastaanottamalla tiedon ulospäin olevalta yhteydeltä sen
datasiirtokapasiteetista.

Keksinnön mukaisen menetelmän, järjestelmän ja verkkosovittimen
20 etuna on liikennekanavien, esimerkiksi radiokanavien, tehokas hyödyntäminen
monikanavapuhelussa. Kanavia on aina varattuna sopiva määrä koko päästä
päähän yhteyden kapasiteettiin nähden. Käyttäjälle menetelmä mahdollistaa
suurimman mahdollisen datanopeuden alhaisimmin mahdollisin kustannuksin.
Verkko-operaattorille menetelmä mahdollistaa verkon resurssien mitoituksen
25 ja käytön optimoinnin sekä hinta/laatu suhteeltaan paremman palvelun tarjoa-
misen käyttäjille.

Keksinnön eräässä edullisessa suoritusmuodossa tiedonsiirtore-
sursseista varattua kapasiteettia säädellään yhteydellä lähetetyn täytteen
määrän ja vuonohjauksen perusteella. Tästä on se etu, että tietoa toisen pään
30 kapasiteetista ei tarvitse erikseen lähettää, koska se voidaan päätellä täytteen
määrästä ja vuonohjauksesta. Sen lisäksi todellinen kapasiteettitarve saadaan
selville ja kapasiteetti sovitettua siihen.

Keksinnön eräässä toisessa edullisessa suoritusmuodossa tiedon-
siirtoresursseista varattua kapasiteettia säädellään yhteydellä lähetetyn täyt-
35 teen määrän ja puskurointitarpeen perusteella. Tästäkin on se etu, että tietoa
toisen pään kapasiteetista ei tarvitse erikseen lähettää, koska se voidaan

päätellä täytteen määrästä ja vuonohjauksesta. Sen lisäksi todellinen kapasiteettitarve saadaan selville ja kapasiteetti sovitettua siihen.

Keksinnön eräässä edullisessa suoritusmuodossa, jossa yhteys on matkaviestimien välinen yhteys, sovitetaan ilmarajapintojen kapasiteetit vastaamaan toisiaan välittämällä tietoa toiselle matkaviestimelle ilmarajapinnasta varatusta kapasiteetista. Tästä on se etu, että samaan puheluun osallistuville matkaviestimille on kummallekin varattu ilmarajapinnalta saman datasiirtonopeuden antava kapasiteetti.

Kuvioiden lyhyt selostus

10 Keksintöä selostetaan nyt lähemmin edullisten suoritusmuotojen yhteydessä, viitaten oheisiin piirroksiin, joista:

kuvio 1 esittää esimerkinomaisesti saman yhteyden eri haaroja,

kuvio 2 esittää signaalointikaaviota keksinnön ensimmäisessä edullisessa suoritusmuodossa, ja

15 kuviot 3 ja 4 esittävät vuokaaviona keksinnön toisen edullisen suoritusmuodon mukaista toimintaa.

Keksinnön yksityiskohtainen selostus

Esillä olevaa keksintöä voidaan soveltaa sekä kiinteään verkkoon perustuvissa tietoliikennejärjestelmissä että kaikissa digitaalisissa langattomissa tietoliikennejärjestelmissä, kuten solukkojärjestelmissä, WLL (Wire-less Local Loop) ja RLL (Radio Local Loop) tyyppisissä verkoissa, satelliittipohjaisissa matkaviestinjärjestelmissä, jne. Erityisen hyvin keksintö soveltuu matkaviestinjärjestelmän ilmarajapinnan resurssien käytön optimointiin, koska ilmarajapinnan resurssit ovat rajalliset. Tässä termillä matkaviestinjärjestelmä (tai verkko) tarkoitetaan yleisesti kaikkia langattomia tietoliikennejärjestelmiä. On olemassa useita monipääsymodulaatiotekniikkoja helpottamassa liikennöintiä, jossa on mukana suuri määrä matkaviestinkäyttäjiä. Nämä tekniikat sisältävät aikajakomonipääsyn (TDMA), koodijakomonipääsyn (CDMA) ja taajuusjakomonipääsyn (FDMA). Liikennekanavan fyysinen konsepti vaihtelee eri monipääsymenetelmissä, ollen ensisijaisesti määritelty aikavälin avulla TDMA-järjestelmissä, hajotuskoodin avulla CDMA-järjestelmissä, radiokanavan avulla FDMA-järjestelmissä, näiden yhdistelmällä, jne. ~~Moderneissa matkaviestinjärjestelmissä on matkaviestimelle allokoitavissa suurinopeuksista datasiirtoa varten kahden tai useamman perusnopeuksisen liikennekanavan (alikanavan)~~

35 joukko, ns. suurinopeuksinen liikennekanava. Tässä termillä liikennekanava

tarkoitetaan sekä yksittäistä perusnopeuksista liikennekanavaa että kahden tai useamman perusnopeuksisen liikennekanavan (alikanavan) muodostamaa suurinopeuksista liikennekanavaa. Esillä olevan keksinnön perusajatus on riippumaton liikennekanavan tyypistä ja käytetystä monipääsymenetelmästä.

5 Keksintöä tullaan selostamaan jäljempänä käyttäen esimerkkinä GSM-matkaviestinjärjestelmää keksintöä kuitenkin tähän järjestelmään mitenkään rajaamatta. GSM-järjestelmän rakenne ja toiminta on alan ammattilaisen hyvin tuntema. GSM-järjestelmän perusrakenne muodostuu tukiasemaliijärjestelmästä BSS ja verkkoaliijärjestelmästä NSS. BSS ja matkaviestimet
10 MS kommunikoivat radioyhteyksien kautta ilmarajapinnan Air välityksellä. Tukiasemajärjestelmässä BSS kutakin solua palvelee tukiasema BTS. Joukko tukiasemia on kytketty tukiasemaohjaimeen BSC, jonka toimintona on ohjata radiotaajuuksia ja kanavia, joita BTS käyttää. BSC:t on kytketty matkapuhelin-keskukseen MSC. Tietyt matkapuhelinkeskukset on kytketty muihin tietoliik-
15 neverkkoihin ON, kuten yleinen puhelinverkko PSTN tai dataverkko, ja sisältävät yhdyskäytävätoiminnot näihin verkkoihin lähteviä ja niistä tulevia puheluita varten. Nämä keskukset MSC tunnetaan gateway-MSC:inä (GMSC). Lisäksi on olemassa ainakin kaksi tietokantaa, kotirekisteri HLR ja vierailijarekisteri VLR.

20 Matkaviestinjärjestelmässä ovat sovitintoiminnot matkaviestinverkon sisäisen datayhteyden sovittamiseksi päätelaitteiden ja muiden tietoliikenneverkkojen käyttämiin protokolliin. Tyypilliset sovitintoiminnot ovat päätesovitin-toiminto (ei esitetty kuvassa 1) TAF (Terminal Adaptation Function) matka-
viestimen ja siihen kytketyn datapäätelaitteen välisessä rajapinnassa sekä
25 verkkosovitin-toiminto IWF (Interworking Function) matkaviestinverkon ja toisen tietoliikenneverkon välisessä rajapinnassa, yleensä matkapuhelinkeskuksen yhteydessä. Kuvion 1 esimerkissä matkapuhelinkeskuksiin MSC 1 ja MSC 2 on sijoitettu verkkosovitin-toiminnon IWF sisältävä verkkosovitin IWU. Vaihto-
ehtoisesti IWU voidaan sijoittaa johonkin muuhun verkkoelementtiin tai omaksi
30 elementikseen. Verkkosovittimella tarkoitetaan tässä hakemuksessa siten sellaista verkkoelementtiä, joka käsittää verkkosovitin-toiminnon.

Tavallisesti matkapuhelinkeskuksessa on usean tyyppisiä sovitin-laitteistopoolia erilaisten datapalveluiden ja -protokollien tukemiseksi, esimer-
kiksi modeemipooli, jossa on modeemeja ja telekopiosovittimia modeemi- ja
35 telekopiopalveluita varten, UDI/RDI-nopeus-sovitinpooli, jne.

GSM-järjestelmässä datayhteys muodostetaan matkaviestimen MS päätesovitintoiminnon TAF ja matkaviestinverkossa olevan verkkosovitintoiminnon IWF välille. Mainittu GSM datayhteys muodostetaan yhtä tai useampaa ilmarajapinnan liikennekanavaa käyttävän fyysisen yhteyden yli. IWF kytkee GSM datayhteyden toiseen verkkoon, kuten esimerkiksi ISDN tai toinen GSM-verkko, tai yleinen puhelinverkko PSTN. Jos datayhteyden toinen osapuoli on esimerkiksi kiinteän verkon, kuten PSTN, päätelaite, muodostuu haara 2 yhdyskäytävämatkapuhelinkeskuksen verkkosovitintoiminnon ja päätelaitteen välille. Sovitintoiminnot, kuten IWF, huolehtivat verkkopalveluista (bearer service), joilla luodaan mm. välitystekniset edellytykset telepalveluille (teleservice). Verkkopalvelulla voidaan taata tietynlainen, jopa 64 kbit/s käyttäjänopeus radorajapinnassa. Verkkosovitintoiminto IWF huolehtii datapaketien puskuroinnista ja vuonohjauksesta. Esillä olevan keksinnön kannalta sillä, miten vuonohjausta ja puskurointia suoritetaan, ei ole merkitystä, joten sitä ei tässä kuvata tarkemmin.

Datan kulku MSC/IWU:n ja tukiaseman välillä on läpinäkyvää eikä tämä keksintö vaikuta muiden verkkoelementtien, kuten tukiasemaohjaimien BSC tai tukiasemien BTS jne. toimintaan.

Esillä olevan keksinnön mukaisen toiminnallisuuden toteuttava matkaviestinjärjestelmä käsittää tekniikan tason mukaisten datasiirtopalveluissa tarvittavien välineiden lisäksi välineitä ilmarajapinnan liikennekanavan kapasiteetin sovittamiseksi vastaamaan samassa datasiirtoyhteydessä olevan toisen matkaviestimen ilmarajapinnan liikennekanavan kapasiteettia tai yhteyden käytössä olevaa kiinteän verkon kanavakapasiteettia. Välineet sijaitsevat edullisesti matkapuhelinkeskuksen puhelunohjauksen tai verkkosovittimen yhteydessä. Välineet tai osa niistä voivat sijaita myös muualla.

Verkon rakenteeseen ei tarvita laitteistomuutoksia. Se käsittää prosessoreita ja muistia, joita voidaan hyödyntää keksinnön mukaisissa toiminnoissa. Kaikki keksinnön toteuttamiseen tarvittavat muutokset voidaan suorittaa lisättyinä tai päivitettyinä ohjelmistorutiineina keksinnön mukaisen toiminnallisuuden aikaansaamiseksi. Keksinnön suoritusmuodosta riippuen voidaan tarvita lisämuistia. Se rajoittuu kuitenkin pieneen määrään, joka riittää tallentamaan ylimääräiset resurssienvaraustiedot eli tiedot kunkin haaran kapasiteetista.

Käsitteellä kapasiteetti tarkoitetaan tässä haaralle varattua ilmarajapinnan liikennekanavaa ja siinä käytettävää kanavakoodausta, jotka määrittelevät käyttäjän ilmarajapinnan datasiirtonopeuden.

Seuraavassa keksintöä tullaan selostamaan edullisten suoritusmuotojen mukaisesti. Sillä, kuinka liikennekanavia alikanavineen ja käytettyine kanavakoodauksineen varataan ja varauksia muutetaan yhteyden aikana, ei ole merkitystä keksinnön kannalta, joten niitä ei tässä kuvata sen tarkemmin. Samoin on keksinnön kannalta merkityksetöntä, kuinka datan järjestys säilytetään monikanavasiirrossa, joten sitäkään ei tässä kuvata tarkemmin.

Kuviossa 2 esitetään keksinnön ensimmäisen edullisen suoritusmuodon mukaista signalointia. Keksinnön ensimmäisessä edullisessa suoritusmuodossa yhteyden haarakohtaisia kanavanvaraustietoja ylläpidetään matkapuhelinkeskuksessa. Kuvion 2 esimerkissä puheluun osallistuu kaksi matkaviestintä, jotka ovat eri keskusten alla. Jos matkaviestimet ovat saman keskuksen alla, on kuviossa 2 esitetty signalointi keskuksen sisäistä signalointia. Toisin sanoen matkapuhelinkeskus MSC 1 esittää haarasta 1 huolehtivaa puheluprosessia ja MSC 2 haarasta 2 huolehtivaa puheluprosessia. Niiden fyysinen sijainti voi yhteyden aikana muuttua matkaviestimen suorittaman keskusten välisen kanavanvaihdon takia. Sen lisäksi oletetaan, että käytetty kanavanvarausmenetelmä on sellainen, että yhteys muodostetaan hitaampana, jos resursseja ei ole vapaana toivotun tiedonsiirtonopeuden edellyttämää määrää.

Kohdassa 2-1 on matkapuhelinkeskus MSC 1 on vastaanottanut matkaviestimeltä A yhteydenmuodostuspyynnön matkaviestimelle B. Yhteydenmuodostuspyyntö sisältää yhteydelle pyydetyn datasiirtonopeuden, jonka perusteella matkapuhelinkeskus MSC 1 allokoii liikennekanavan yhteydelle ja muodostaa haaran 1. Samalla matkapuhelinkeskus tallentaa muistiinsa tiedon yhteydestä ja yhteyden haaralle 1 ilmarajapinnalla varatuista resursseista. Tieto yhteydelle varatuista resursseista ilmaistaan esimerkiksi varattujen alikanavien lukumäärän sekä käytetyn kanavakoodauksen avulla ja/tai käyttäjän tiedonsiirtonopeudella ilmarajapinnalla.

Sen jälkeen matkapuhelinkeskus MSC 1 reitittää yhteydenmuodostuspyynnön matkaviestintä B palvelevalle matkapuhelinkeskukselle MSC 2 ja lähettää sanomassa 2-2 yhteydenmuodostuspyynnön (setUp). Yhteydenmuodostuspyyntöön on ensimmäisessä edullisessa suoritusmuodossa lisätty

normaalien parametrien lisäksi tieto myös haaralle 1 ilmarajapinnoille varatuista resursseista.

Sen jälkeen matkapuhelinkeskus MSC 2 erottaa yhdeydenmuodostuspyynnöstä myös tiedon haaralle 1 varatuista resursseista. Matkapuhelinkeskus MSC 2 allokoi liikennekanavan yhteyden haaralle 2 edullisesti vastaamaan haaralle 1 varattuja resursseja kohdassa 2-3. Jos matkapuhelinkeskoksella MSC 2 ei ole vapaana riittävää määrää alikanavia, allokoidaan haaralle 2 resursseja vähemmän kuin haaralle 1 on allokoitu. Haaralle 2 ei kuitenkaan ensimmäisessä edullisessa suoritusmuodossa allokoida resursseja enempää kuin haaralle 1. Kun liikennekanava on allokoitu, tallentaa matkapuhelinkeskus MSC 2 tiedon haaralle 2 varatuista resursseista kohdassa 2-3. Sen jälkeen matkapuhelinkeskus MSC 2 lähettää vastaussanoman 2-4 (answer) yhteydenmuodostuspyyntöön. Vastaussanoma sisältää ensimmäisessä edullisessa suoritusmuodossa tiedon haaralle 2 varatuista resursseista. Joissakin muissa suoritusmuodoissa sanoma 2-4 sisältää tiedon haaralle 2 varatuista resursseista ainoastaan silloin, kun haaralle 2 ei pystytty varaamaan yhtä paljon resursseja kuin haaralle 1.

Kun matkapuhelinkeskus MSC 1 vastaanottaa sanoman 2-4, erottaa se sanomasta tiedon haaralle 2 varatuista resursseista kohdassa 2-5 ja vertaa niitä haaralle 1 varattuihin resursseihin. Jos haaralle 2 varatut resurssit ovat pienemmät kuin haaralle 1 varatut resurssit, vapauttaa matkapuhelinkeskus MSC edullisesti osan haaralle 1 varatuista resursseista, siten että haarojen resurssit vastaavat toisiaan, ja päivittää haaralle 1 varattujen resurssien tiedot vastaamaan muuttunutta tilannetta. Tästä on se etu, että molempien puolien ilmarajapinnan resurssit pystyvät välittämään dataa samalla siirtonopeudella niin, että vuonohjauksen ja puskuroinnin tarve minimoidaan eikä kummallakaan ilmarajapinnalla varata resursseja tarpeettomasti.

Kun molemmille haaroille 1 ja 2 varatut ilmarajapinnan resurssit vastaavat toisiaan ja yhteys on muodostettu, alkavat matkapuhelinkeskukset monitoroida yhteydelle varattujen haarojen liikennettä. Seuraavassa oletetaan esimerkinomaisesti, että tason nosto (upgrade) ja tason lasku (downgrade) tapahtuvat molemmat haaralle 1.

Kohdassa 2-6 haaran 1 tasoa halutaan nostaa. Päätös tason noston tarpeesta tehdään tunnetun tekniikan mukaisesti. Tunnetusta tekniikasta poiketen keksinnön ensimmäisessä edullisessa suoritusmuodossa allokoidaan lisäresurssit haaralle 1 alustavasti kohdassa 2-6 ja lähetetään tason noston

tarpeesta kertova sanoma 2-7 (upgrade) matkapuhelinkeskukselle MSC 2. Sanoma 2-7 sisältää tiedon siitä, kuinka paljon haaralle 1 varattujen resurssien määrää haluttaisiin nostaa. Se sanotaan joko suoraan ilmaisemalla toivottu lisäresurssimäärä tai ilmoittamalla toivottu haaran 1 resurssien kokonaismäärä.

5 Sen vastaanotettuaan matkapuhelinkeskus MSC 2 määrittää tiedon haaralle 2 tarvittavista lisäresursseista ja tarkistaa, onko sillä vapaana mainittua lisäresurssimäärää kohdassa 2-8. Jos resursseja on vapaana, allokoi matkapuhelinkeskus MSC 2 ne haaralle 2, päivittää tiedot haaralle 2 varatuista resursseista vastaamaan uutta tilannetta ja lähettää tason noston kuittauksen sanomassa 2-9A (upgraded). Sanoma sisältää joko tiedon siitä, kuinka paljon tasoa nostettiin tai tiedon haaralle 2 tason noston jälkeen varatuista resursseista. Tästä on se etu, että jos haaralle 2 ei pystytä allokoimaan aivan kaikkia toivottuja lisäresursseja, pystytään tasoa kuitenkin nostamaan, ja resurssien määrä molemmissa haaroissa on sama. Vastaanotettuaan sanoman 2-9A,
10 matkapuhelinkeskus MSC 1 varaa sanoman 2-9A ilmaiseman määrän lisäresursseja haaralle 1 ja päivittää tiedon haaralle 1 varatuista resursseista kohdassa 2-10A.

Jossain muussa suoritusmuodossa, jossa haaralle 2 ei ole allokoitavissa niin paljon resursseja kuin halutaan, ei varata lisäresursseja, vaan toimitaan kuten resursseja ei olisi vapaana.
20

Jos matkapuhelinkeskus MSC 2 havaitsee kohdassa 2-8, että resursseja ei ole yhtään vapaana, lähettää se tason noston kieltävän tiedon sanomassa 2-9B (upgrade no) matkapuhelinkeskukselle MSC 1. Tällöin matkapuhelinkeskus MSC 1 vapauttaa kohdassa 2-10B alustavasti haaralle 1 varaan-
25 raamansa lisäresurssit eikä tee tason nostoa. Tästä on se etu, että ensimmäisen haaran ilmarajapinnalla ei turhaan varata resursseja, joita ei voida käyttää toisen haaran ilmarajapinnan pienempien resurssien takia.

Joissain suoritusmuodoissa matkapuhelinkeskus MSC 2 voi jäädä sanoman 2-9B lähetettyään tarkkailemaan resurssitilannettaan ja kun se havaitsee, että resursseja vapautuu, voi se puolestaan lähettää tason nostoa
30 pyytävän sanoman 2-8 matkapuhelinkeskukselle MSC 1.

Kohdassa 2-11 haaran 1 tasoa lasketaan. Päätös tason laskun tarpeesta tehdään tunnetun tekniikan mukaisesti. Tunnetusta tekniikasta poiketen ~~keksinnön ensimmäisessä edullisessa suoritusmuodossa kohdassa 2-11~~
35 päivitetään haaran 1 resurssitiedot ja lähetetään tason laskusta kertova sanoma 2-12 (downgrade) matkapuhelinkeskukselle MSC 2. Sanoma 2-12 sisältää

tiedon siitä, kuinka paljon haaralle 1 varattujen resurssien määrää laskettiin. Se sanotaan joko suoraan ilmaisemalla vähennetty resurssimäärä tai ilmoittamalla haaran 1 resurssien kokonaismäärä laskun jälkeen. Sanoman 2-12 vastaanotettuaan matkapuhelinkeskus MSC 2 kohdassa 2-13 määrittää tiedon

5 haaralle 2 tarvittavasta resurssien vähentämisestä, vapauttaa tarpeettomat resurssit ja päivittää tiedot haaralle 2 varatuista resursseista vastaamaan uutta tilannetta. Sen jälkeen se lähettää tason laskun kuittauksen sanomassa 2-14 (downgraded). Sanoma voi olla pelkkä kuittausanoma tai sisältää joko tiedon siitä, kuinka paljon tasoa laskettiin tai tiedon haaralle 2 tason laskun jälkeen

10 varatuista resursseista.

Joissakin muissa suoritusmuodoissa sanomaan 2-2 ei vielä lisätä tietoa ilmarajapinnan resursseista, vaan ne lähetetään erillisenä sanomana yhteydenmuodostuksen jälkeen. Tieto ilmarajapinnalla yhteydelle varatuista resursseista voidaan lähettää ensin haaralta 1 eli matkapuhelinkeskukselta

15 MSC 1 haaralle 2 eli matkapuhelinkeskukselle MSC 2, joka vertaa resursseja keskenään. Jos haaran 2 resurssit ovat suuremmat kuin haaran 1 resurssit, vapauttaa matkapuhelinkeskus MSC 2 haaralle 2 varaamia resursseja vastaamaan haaran 1 resursseja. Jos haaran 1 resurssit ovat suuremmat kuin haaran 2 resurssit, lähettää matkapuhelinkeskus MSC 2 edullisesti matkapuhelinkeskukselle MSC 1 tiedon haaralle 2 varatuista resursseista, jonka jälkeen matkapuhelinkeskus MSC 1 suorittaa resurssivertailun ja vapauttaa osan haaralle 1 varatuista resursseista. Tiedot haaralle varatuista resursseista päivitetään. On myös mahdollista, että kumpikin matkapuhelinkeskus lähettää toiselle tiedot omalle haaralleen ilmarajapinnalta varaamistaan resursseista.

20 Tällöin se matkapuhelinkeskus, jossa mahdollisesti on varattu enemmän resursseja, vapauttaa ylimääräiset resurssit.

Keksinnön jossain muussa suoritusmuodossa matkapuhelinkeskukset voivat lähettää tiedon toiselle matkapuhelinkeskukselle aina, kun varattujen resurssien käyttöaste muuttuu. Tällöin vastapuoli voi päätellä, kannattaako

30 omassa haarassa tehdä tason nosto tai lasku, ja jos, niin millä määrällä.

Edellä kuviossa 2 esitetyt kohdat ja signaalintisanomat eivät ole absoluuttisessa aikajärjestyksessä ja osa kohdista voidaan suorittaa samanaikaisesti tai esitetystä järjestyksestä poiketen. Signaalintisanomat ovat vain viitteellisiä ja voivat sisältää useitakin erillisiä sanomia saman tiedon välittämiseksi. Sen lisäksi sanomat voivat sisältää muutakin tietoa. Sanomia voidaan myös yhdistellä vapaasti tai jakaa useampaan osaan. Esimerkiksi tason nosto voi-

35

daan suorittaa pyytämällä lupaa, saamalla se, allokoimalla lisäresurssit, lähettämällä tiedon lisäresurssien allokoinnista, allokoimalla toiselle haaralle lisäresurssit ja lähettämällä tiedon siitä. Oleellista on, että tietoa eri haarojen varaustilanteesta vaihdetaan aina varaustilanteen muuttuessa ensimmäisessä edullisessa suoritusmuodossa. Ilman tietoa ei voida sopeuttaa omaa varaustilannetta vastaamaan toiselle haaralle varattuja resursseja. Kumpikin matkapuhelinkeskus päättelee itsenäisesti, kuinka tilanteensa sopeuttaa toisen resurssitilanteen pohjalta. Verkon rakenteesta riippuen tietojen välitykseen ja signalointiin voivat osallistua muutkin verkkoelementit, joihin eri toiminnallisuuksia on hajotettu.

Alan ammattilaiselle on itsestään selvää, kuinka edellä olevaa sovelletaan useamman eri matkaviestimen osallistuessa samaan datapuheluun.

Vaikka edellä on oletettu yksinkertaisuuden vuoksi, että ilmarajapinnan kanavia varataan symmetrisesti, voidaan keksintöä soveltaa myös käytettäessä epäsymmetristä kanavanvarausta. Esimerkiksi edellä kuviossa 2 esitetyt kohdat voidaan tehdä erikseen sekä nousevalle siirtotielle (uplink) että laskevalle (downlink) siirtotielle. Vaihtoehtoisesti sanomiin voidaan aina sisällyttää tieto haaran molempien suuntien resurssitilanteesta tai muutostarpeesta. Tällöin on muistettava, että haaran 1 nouseva siirtotie on sovitettava yhteen haaran 2 laskevan siirtotien kanssa. Vastaavasti haaran 1 laskeva siirtotie on sovitettava yhteen haaran 2 nousevan siirtotien kanssa.

Kuvioissa 3 ja 4 esitetään keksinnön toisen edullisen suoritusmuodon mukaista toimintaa. Keksinnön toisessa edullisessa suoritusmuodossa ei tarvita erillistä signalointia, vaan verkkosovitin tarkkailee yhteyshäviöstä dataliikennettä nousevaan ja laskevaan suuntaan. Yhteys jaetaan kahteen osayhteyteen. Ensimmäinen osayhteys on matkaviestimen ja verkkosovittimen välinen. Toinen osayhteys on verkkosovittimen ja datayhteyden toisen osapuolen välinen. Toinen osapuoli voi olla matkaviestin tai kiinteän verkon pääte-laite. Tarkkailun avulla pystytään havaitsemaan näiden osayhteyksien välinen nopeusero. Keksinnön toisessa edullisessa suoritusmuodossa keksintö on sovellettavissa myös kahden eri järjestelmän laitteiden, kuten matkaviestimen ja kiinteän verkon, väliseen puheluun. Kuviossa 3 esitetään laskevan suunnan liikennekanavan resurssien käytön tarkkailua ja sovittamista. Vastaavasti kuviossa 4 esitetään saman yhteyden nousevan suunnan liikennekanavan resurssien käytön tarkkailemista ja sovittamista. Kuvioissa 3 ja 4 esitetyssä esimerkissä ilmarajapinnan kapasiteetin sopeuttaminen perustuu täyteen ja/tai vuo-

nohjauksen havaitsemiseen monitoroinnin aikana. Vaihtoehtoisesti voidaan monitoroida esimerkiksi täytteen määrää ja puskurin täyttöastetta. Monitoroinnin avulla pystytään havaitsemaan osayhteyksien - ja siten koko yhteyden - datasiirtonopeuksien ero. Täytteen tai vuonohjauksen ilmaantuminen hyöty-

5 datavirtaan tai hyötydatavirran puskurointi ovat yhteyden kapasiteettieroja indikoivia tapahtumia. Kapasiteettierolla tarkoitetaan sekä kapasiteetin käytön eroa eli hyötydatan siirtonopeuksien eroa että eri suuruisten kapasiteettien välistä eroa. Tapahtuman "suuruuden" määrittelemällä voidaan päätellä osayhteyksien välinen ero. Täytteen suuruus määritellään mittaamalla sen määrä,

10 vuonohjauksen suuruus määritellään selvittämällä sen kesto ja puskuroinnin suuruus määritellään selvittämällä puskurin täyttöaste tai puskurin täyttymisnopeus.

Viitaten kuvioon 3 liikkeelle lähdetään yhteyden muodostuksen jälkeisestä tilanteesta. Kohdassa 301 monitoroidaan yhteyden laskevaa suuntaa.

15 Toisin sanoen monitoroidaan laskevan suunnan lähtö- ja tulokanavaa verkkosovittimessa. Kohdassa 302 tarkistetaan, lähetetäänkö lähtevään suuntaan eli matkaviestimelle päin täytettä (fill frames, Receiver Ready frames, jne.). Täytteen lähettäminen voi indikoida, että ilmarajapinnan kapasiteettia on varattu liikaa. Jos kohdassa 302 havaitaan, että lähtökanavalle menee täytettä,

20 mitataan kohdassa 303 matkaviestimen suuntaan lähetetyn täytteen määrää. Kohdassa 304 verrataan lähetettävän täytteen määrää alikanavan kapasiteettiin. Toisin sanoen tarkistetaan, kuinka suuri lähetettävän täytteen määrä on alikanavan kapasiteettiin nähden. Näin saadaan selville se, minkä verran siirrossa on täytettä verrattuna pienimpään kapasiteetin muutosaskeleeseen.

25 Pienin muutosaskel on edullisesti yhden alikanavan kapasiteetti. Muutosaskel voidaan määritellä myös muun suuruiseksi. Kohdan 304 vertailun perusteella saadaan selville, joudutaanko hyötydatan lisäksi lähettämään täytettä niin paljon, että kanavakapasiteettia voitaisiin vähentää hyötydatan siirron hidastumatta tai merkittävästi hidastumatta.

30 Jos laskevalle suunnalle on varattu liikaa kapasiteettia vähintään yhden alikanavan kapasiteetin verran (eli kohdan 304 ehto täyttyy), vähennetään yhteydelle varattua kapasiteettia suorittamalla kohdassa 305 tason lasku (downgrade). Tasoa lasketaan toisessa edullisessa suoritusmuodossa alikanava kerrallaan. Tasoa voitaisiin laskea myös useampia alikanava kerrallaan,

35 jos täytteen määrä on vähintään "vapautettavien" alikanavien yhteenlasketun kapasiteetin suuruinen. Tason laskun jälkeen palataan kohtaan 301 monito-

roimaan yhteyden laskevaa suuntaa. Kohtaan 301 palataan suoraan kohdasta 304, jos täytteen määrä ei ole vähintään alikanavan kapasiteetin suuruinen.

Jos kohdassa 302 havaitaan, että täytettä ei tarvitse lähettää eli että datamäärä tarvitsee kaiken varatun kapasiteetin, selvitetään kohdassa 5 306 tarvitaanko vuonohjausta tulokanavalle eli yhdysjohdolle päin kuviossa 3 esitetyssä esimerkissä. Vuonohjauksen tarve voi indikoida sitä, että ilmarajapinnan kapasiteettia on varattu liian vähän. Jos vuonohjausta ei tarvita, palataan kohtaan 301 monitoroimaan laskevaa suuntaa.

Jos vuonohjausta tarvitaan, selvitetään kohdassa 307 vuonohjauksen kesto. Sen jälkeen kohdassa 308 verrataan vuonohjauksen kestoa alikanavan kapasiteettiin. Näin saadaan selville se, onko vuonohjauksen kesto mittausjakson aikana niin suuri, että lisäkapasiteetti pystyttäisiin hyödyntämään hyötydatan siirtoon. Jos esimerkiksi vuonohjaus on puolet ajasta aktiivinen, kanavakapasiteetti voitaisiin kaksinkertaistaa.

15 Jos kohdassa 308 havaitaan, että vuonohjauksen kesto ei ole alikanavan kapasiteetin suuruinen (eli pienimmän muutosaskeleen suuruinen), palataan kohtaan 301 monitoroimaan yhteyden laskevaa suuntaa.

Jos kohdassa 308 havaitaan, että vuonohjauksen kesto on vähintään alikanavan kapasiteetin suuruinen, tarkistetaan kohdassa 309, onko ilmarajapinnalla resursseja eli alikanava (tai alikanavia) vapaana. Jos ilmarajapinnan resursseja ei ole vapaana, palataan kohtaan 301 monitoroimaan yhteyden laskevaa suuntaa.

Jos kohdassa 309 havaitaan, että ilmarajapinnalla on vapaita resursseja, suoritetaan kohdassa 310 tason nosto ja varataan tarvittava määrä 25 alikanavia. Sen jälkeen siirrytään kohtaan 301 monitoroimaan yhteyden laskevaa suuntaa.

Suoritusmuodoissa, joissa kapasiteettieroa indikoivina tapahtumina ovat täyteen lähettäminen ja datavirran puskuroiminen, muuttuvat kuvion 3 kohdat 306, 307 ja 308. Kohdassa 306 tarkistetaan puskuroinnin tarve. Jos sitä ei tarvita, siirrytään kohtaan 301. Jos puskurointia tarvitaan, selvitetään 30 kohdassa 307 datapuskurin täyttöaste tai täyttymisnopeus. Kohdassa 308 tarkistetaan, ylittääkö puskurin täyttöaste tai täyttymisnopeus ennalta määrätyn kynnyksen. Kynnys voi olla esimerkiksi sellainen, että se vastaa yhden alikanavan kapasiteettia. Jos kynnys ylitetään, siirrytään kohtaan 309, joka on sama kuin edellä yksityiskohtaisemmin esitetyssä esimerkissä.

Päätös laskevan suunnan tason nostosta voidaan tehdä siten esimerkiksi joko vuonohjauksen keston tai puskurin täyttöasteen tai puskurin täyttymisnopeuden perusteella ja päätös laskevan suunnan tason laskusta lähetettävän täytteen määrän perusteella. Osayhteyksien välinen kapasiteettiero havaitaan täytteen, vuonohjauksen tai puskurin perusteella. Kuten edellä esitetystä ilmenee, laskevan suunnan tason nosto suoritetaan, jos ilmarajapinnalla on resursseja vapaana ja etukäteen määritellyt vuonohjauksen kestolle tai puskurin täyttöasteelle tai täyttymisnopeudelle asetetut nostoon liittyvät ehdot täyttyvät. Ehdot voivat poiketa edellä esitetyistä ja esimerkiksi kohdassa 308 voidaan kestoa tai täyttöastetta verrata vaikka alikanavan kapasiteetin puolikkaaseen. Vastaavasti tason lasku suoritetaan, jos etukäteen lähetettävän täytteen määrälle asetettu ehto täyttyy. Kohdissa 304 ja 308 voi olla eri suuret muutosarvot. Erityisesti kohtaan 304 liittyvän ehdon on edullista olla pienin mahdollinen kapasiteetin muutosarvo. Sillä varmistetaan, että tason lasku ei aiheuta vuonohjaus- ja/tai puskurointitarpeita.

Kuviossa 4 lähdetään liikkeelle yhteyden muodostuksen jälkeisestä tilanteesta. Kohdassa 401 monitoroidaan yhteyden nousevaa suuntaa. Toisin sanoen monitoroidaan nousevan suunnan lähtö- ja tulokanavaa. Kohdassa 402 tarkistetaan, tarvitaanko vuonohjausta tulokanavalle eli matkaviestimelle päin kuviossa 4 esitetyssä esimerkissä. Vuonohjauksen tarve voi indikoida, että ilmarajapinnan kapasiteettia on varattu liikaa. Jos kohdassa 402 havaitaan, että vuonohjausta tarvitaan, selvitetään kohdassa 403 vuonohjauksen kesto. Sen jälkeen kohdassa 404 verrataan vuonohjauksen kestoa alikanavan kapasiteettiin. Näin saadaan selville se, onko vuonohjauksen kesto mittausjakson aikana on niin suuri, että kanavakapasiteettia voitaisiin vähentää vähintään pienimmän muutosaskeleen verran hyötydatan siirron hidastumatta tai merkittävästi hidastumatta.

Jos kohdassa 404 havaitaan, että vuonohjauksen kesto ei ole alikanavan kapasiteetin suuruinen (eli pienimmän muutosaskeleen suuruinen), palataan kohtaan 401 monitoroimaan yhteyden nousevaa suuntaa.

Jos kohdassa 404 havaitaan, että vuonohjauksen kesto on vähintään alikanavan kapasiteetin suuruinen, vähennetään yhteydelle varattua kapasiteettia suorittamalla kohdassa 405 tason lasku (downgrade). Tasoa laskeaan toisessa edullisessa suoritusmuodossa alikanava kerrallaan. Tasoa voitaisiin laskea myös useampia alikanava kerrallaan, jos vuonohjauksen kesto on vähintään "vapautettavien" alkanavien yhteenlasketun kapasiteetin

suuruinen. Jos esimerkiksi vuonohjaus on puolet ajasta aktiivinen, kanavakapasiteetti voitaisiin puolittaa. Tason laskun jälkeen palataan kohtaan 301 monitoroimaan yhteyden laskevaa suuntaa.

5 Jos kohdassa 402 havaitaan, että vuonohjausta ei tarvita, eli että datamäärä tarvitsee kaiken kapasiteetin, tarkistetaan kohdassa 406, lähetetäänkö lähtevään suuntaan eli yhdysjohdolle päin täytettä (fill frames, Receiver Ready frames, jne.) Täytteen lähettäminen voi indikoida, että ilmarajapinnan kapasiteettia on varattu liian vähän. Jos täytettä ei lähetetä, palataan kohdasta 406 kohtaan 401 monitoroimaan yhteyden nousevaa suuntaa.

10 Jos kohdassa 406 havaitaan, että lähtökanavalle menee täytettä, mitataan kohdassa 407 yhdysjohdolle lähetetyn täytteen määrää. Kohdassa 408 verrataan lähetettävän täytteen määrää alikanavan kapasiteettiin. Toisin sanoen tarkistetaan, kuinka suuri lähetettävän täytteen määrä on alikanavan kapasiteettiin nähden. Näin saadaan selville se, minkä verran siirrossa on
15 täytettä verrattuna pienimpään kapasiteetin muutosaskeleeseen. Kohdan 408 vertailun perusteella saadaan selville, lähetetäänkö hyötydatan lisäksi täytettä niin paljon, että lisäkanavakapasiteetti voitaisiin hyödyntää datan siirtoon siten, ettei ilmarajapinnan resursseja tuhlata.

Jos kohdan 408 ehto ei täyty, palataan kohtaan 401 monitoroimaan
20 yhteyden nousevaa suuntaa.

Jos kohdassa 408 havaitaan, että vuonohjauksen kesto vastaa vähintään yhden alikanavan kapasiteettia, tarkistetaan kohdassa 409, onko ilmarajapinnalla resursseja eli alikanava tai alikanavia vapaana. Jos ilmarajapinnan resursseja ei ole vapaana, palataan kohtaan 401 monitoroimaan yhteyden
25 nousevaa suuntaa.

Jos kohdassa 409 havaitaan, että ilmarajapinnalla on vapaita resursseja, suoritetaan kohdassa 410 tason nosto ja varataan tarvittava määrä alikanavia. Sen jälkeen siirrytään kohtaan 401 monitoroimaan yhteyden nousevaa suuntaa.

30 Suoritusmuodoissa, joissa kapasiteettiero indikoivina tapahtumina ovat täytteen lähettäminen ja datavirran puskuroiminen, muuttuvat kuvion 4 kohdat 402, 403 ja 404. Kohdassa 402 tarkistetaan puskuroinnin tarve. Jos puskurointia ei tarvita, siirrytään kohtaan 406, josta jatketaan edellä esitetyn mukaisesti. Jos puskurointia tarvitaan, selvitetään kohdassa 403 datapuskurin täyttöaste tai täyttymisnopeus. Kohdassa 404 tarkistetaan, ylittääkö puskurin täyttöaste tai täyttymisnopeus ennalta määrätyn kynnyksen. Kynnys voi olla
35

esimerkiksi sellainen, että se vastaa yhden alikanavan kapasiteettia. Jos kynnys ylitetään, siirrytään kohtaan 405, joka on sama kuin edellä yksityiskohtaisemmin esitetyssä esimerkissä.

Päätös nousevan suunnan tason nostosta voidaan tehdä siten esimerkiksi lähetettävän täytteen määrän perusteella ja päätös nousevan suunnan tason laskusta joko vuonohjauksen keston tai puskurin täyttöasteen tai täyttymisnopeuden perusteella. Osayhteyksien välinen kapasiteettiero havaitaan täytteen, vuonohjauksen tai puskuroinnin perusteella. Kuten edellä esitetystä ilmenee, nousevan suunnan tason lasku suoritetaan, jos etukäteen määriteltä vuonohjauksen kestolle tai puskurin täyttöasteelle tai täyttymisnopeudelle asetettu laskuun liittyvä ehto täyttyy. Vastaavasti tason nosto suoritetaan, jos ilmarajapinnalla on kapasiteettia vapaana ja etukäteen lähetettävän täytteen määrälle asetettu ehto täyttyy. Ehdot voivat poiketa edellä esitetyistä ja esimerkiksi kohdassa 408 voidaan täytteen määrää verrata vaikka alikanavan kapasiteetin puolikkaaseen. Kohdissa 404 ja 408 voi olla eri suuret muutosarvot. Erityisesti kohtaan 404 liittyvän ehdon on edullista olla pienin mahdollinen kapasiteetin muutosarvo. Sillä varmistetaan, että tason lasku ei aiheuta vuonohjaus- ja/tai puskurointitarpeita.

Jos toisen suoritusmuodon mukaisessa suoritusmuodossa käytetään symmetristä varausta, on edullista yhdistää kuvioissa 3 ja 4 esitetyt toiminnot. Tällaisessa yhdistetyssä suoritusmuodossa tason lasku tehdään ainoastaan, jos sekä nousevan että laskevan puolen tarkkailu puoltaa tason laskua. Jos nousevan puolen sallima tason lasku ei ole sama kuin laskevan puolen sallima tason lasku, lasketaan tasoa pienemmän tason laskun verran.

Tällaisessa yhdistetyssä suoritusmuodossa tason nosto tehdään, jos jomman kumman puolen tarkkailu mahdollistaa tason noston ja kapasiteettia on vapaana. Tasoa nostetaan tarkkailun indikoimalla määrällä.

Edellä kuvioissa 3 ja 4 esitetyt kohdat eivät ole absoluuttisessa aikajärjestyksessä ja osa kohdista voidaan suorittaa samanaikaisesti tai esitetystä järjestyksestä poiketen. Kohtien välissä voidaan myös suorittaa muita toimintoja. Esitetyt ehdot tason laskulle ja nostolle voivat myös poiketa edellä esitetystä. Ehdot voivat vaihdella myös tiedonsiirtoresurssin (eli ilmarajapinnan resurssin) varaustilanteen mukaan. Esimerkiksi kaikkien resurssien ollessa varattuna voidaan tason laskulle määrittää ehto, jonka suuruus on vaikkapa puolet pienimmästä mahdollisesta kapasiteetin muutosarvosta. Jos resursseja on vapaana, voidaan käyttää tiukempaa tason laskun sallivaa ehtoa. Olen-

naista on, että molempien osayhteysien todellisia siirtonopeuksia eli varatun siirtokapasiteetin käytön tehokkuutta verrataan toisiinsa. Kun vertailu tehdään sekä nousevassa että laskevassa suunnassa myös epäsymmetristä varausta käytettäessä, varmistutaan molempien suuntien ilmarajapinnan resurssien optimaalinen käyttö.

Jos matkaviestin pyytää lisää kanavakapasiteettia (esim. GSM:n UIMI/Modify-toiminne, User Initiated Modification Indication), verkko voi käyttää hyväkseen keksinnön mukaisten toimintojen perusteella arvioitua yhdysjohdon senhetkistä kapasiteettia ja rajoittaa matkaviestimelle annetun kanavakapasiteetin vastaamaan yhdysjohdon tilannetta.

Alan ammattilaiselle on ilmeistä, että tekniikan kehittyessä keksinnön perusajatus voidaan toteuttaa monin eri tavoin. Keksintö ja sen suorituseritykset eivät siten rajoitu yllä kuvattuihin esimerkkeihin vaan ne voivat vaihdella patenttivaatimusten puitteissa sekä kiinteään verkkoon perustuviin järjestelmissä että langattomaan tiedonsiirtoon perustuviin järjestelmissä.

Patenttivaatimukset

1. Menetelmä tietoliikennejärjestelmän päätelaitteiden ja tietoliikennejärjestelmän verkkoelementin välisten tiedonsiirtoresurssien käytön optimoimiseksi, joka menetelmä käsittää seuraavat vaiheet:

- 5 (a) muodostetaan päästä päähän yhteys tietoliikennejärjestelmän päätelaitteen ja yhteyden toisen osapuolen välille, joka yhteys käsittää päätelaitteen ja verkkoelementin välisen ensimmäisen osayhteyden ja verkkoelementin ja toisen osapuolen välisen toisen osayhteyden,
t u n n e t t u siitä, että
- 10 (b) monitoroidaan yhteyttä (301, 401),
(c) havaitaan monitoroinnin aikana osayhteyksien välistä kapasiteettieroa indikoiva tapahtuma (302, 306, 402, 406),
(d) määritellään tapahtuman suuruus (303, 307, 403, 407),
(e) tarkistetaan, täyttääkö tapahtuman suuruus ennalta määritellyn
15 ehdon (304, 308, 404, 408), ja
(f) mikäli ehto täyttyy, muutetaan yhteydelle mainitusta tiedonsiirtoresursseista ensimmäiselle osayhteydelle varattua kapasiteettia siten, että osayhteyksien välinen kapasiteettiero pienenee (305, 310, 405, 410).

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä,
20 että suoritetaan vaiheita (b) - (f) erikseen yhteyden laskevalle suunnalle ja yhteyden nousevalle suunnalle.

3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä,
että

25 suoritetaan vaiheita (b) - (e) erikseen yhteyden laskevalle suunnalle ja yhteyden nousevalle suunnalle, ja
suoritetaan mainitun varatun kapasiteetin tason nosto, mikäli jomankumman suunnan tapahtuman suuruus täyttää ennalta määritellyn ehdon.

4. Patenttivaatimuksen 1 tai 3 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että

30 suoritetaan vaiheita (b) - (e) erikseen yhteyden laskevalle suunnalle ja yhteyden nousevalle suunnalle, ja

suoritetaan mainitun varatun kapasiteetin tason lasku, jos molemmissa suunnissa tason laskuun liittyvä ehto täyttyy.

5. Patenttivaatimuksen 4 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä,
35 että lasketaan tasoa pienemmän tason laskun verran, mikäli nousevan puolen sallima tason lasku ei ole sama kuin laskevan puolen sallima tason lasku,

6. Jonkin edellä olevan patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että kapasiteettieroa indikoiva tapahtuma on täytteen lähettäminen, ja sen suuruus määritellään mittaamalla lähetettävän täytteen määrä.

5 7. Jonkin edellä olevan patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että kapasiteettieroa indikoiva tapahtuma on vuonohjauksen tarvitseminen, ja sen suuruus määritellään selvittämällä vuonohjauksen kesto.

8. Jonkin edellä olevan patenttivaatimuksen 1 - 6 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että kapasiteettieroa indikoiva tapahtuma on pus-
10 kurointi, ja sen suuruus määritellään selvittämällä puskurin täyttöaste tai täyt-
tymisnopeus.

9. Jonkin edellä olevan patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että kapasiteettieroa indikoiva tapahtuma on toiselta osayhteydeltä vastaanotettu tieto toisen osayhteyden kapasiteetista, ja sen
15 suuruus määritellään tiedon ilmaiseman kapasiteettieron perusteella.

10. Jonkin edellä olevan patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että tietoliikennejärjestelmä on matkaviestinjärjestelmä, ja tiedonsiirtoresurssit ovat ilmarajapinnan resurssit.

11. Menetelmä matkaviestinjärjestelmän matkaviestimen ja matka-
20 viestinverkon välisen ilmarajapinnan resurssien käytön optimoimiseksi matka-
viestin ja päätelaitteen välisessä datapuhelussa, joka menetelmä käsittää seuraavat vaiheet:

muodostetaan päästä päähän yhteys siten, että mainittu yhteys kä-
sittää ensimmäisen haaran matkaviestimen ja matkaviestinverkon välillä ja toi-
25 sen haaran matkaviestinverkon ja päätelaitteen välillä,

tunnettu siitä, että,

ylläpidetään tietoa ensimmäiselle haaralle ilmarajapinnalla varatusta
kapasiteetista (2-1, 2-10A, 2-11),

vastaanotetaan tieto toisen haaran kapasiteetista (2-4, 2-9A, 2-9B,
30 2-14),

verrataan kapasiteetteja keskenään, ja

mikäli kapasiteetit eroavat toisistaan, muutetaan ensimmäisen haa-
ran ilmarajapinnan kapasiteetti vastaamaan toisen haaran kapasiteettia (2-5,
2-10A).

12. Patenttivaatimuksen 11 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että lähetetään toiselle haaralle tieto ensimmäisen haaran kapasiteetin muutoksesta (2-12).

13. Patenttivaatimuksen 11 tai 12 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että

lähetetään toiselle haaralle tieto ensimmäisen haaran kapasiteetin muutosaikeesta (2-7),

vastaanotetaan toiselta haaralta tieto siitä, pystyykö se muuttamaan kapasiteettiaan (2-9A, 2-9B), ja

muutetaan ensimmäisen haaran kapasiteetti (2-10A), mikäli toinen haara pystyy muuttamaan kapasiteettiaan (2-10A).

14. Patenttivaatimuksen 11, 12 tai 13 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että

vastaanotetaan toiselta haaralta tieto toisen haaran kapasiteetin tason nostoaikeesta (2-7),

tarkistetaan vapaana oleva kapasiteetti (2-8), ja

mikäli vapaana olevaa kapasiteettia on vähintään ennalta määritelty vähimmäismäärä, lähetetään toiselle haaralle tieto siitä, että kapasiteetin taso voidaan nostaa (2-9A), tai

mikäli vapaata kapasiteettia ei ole ennalta määriteltyä vähimmäismäärää, lähetetään toiselle haaralle tieto siitä, että kapasiteettia ei saa nostaa (2-9B).

15. Matkaviestinjärjestelmä, joka käsittää

ensimmäisen matkaviestimen (MS A) ja toisen matkaviestimen (MS

B),

matkaviestinverkon (GSM) yhteyden muodostamiseksi ja ylläpitämiseksi mainittujen matkaviestimien välillä,

matkaviestimien (MS A, MS B) ja matkaviestinverkon (GSM) välisen ilmarajapinnan (Air), ja

matkaviestinverkko käsittää ensimmäisen verkkoelementin (MSC 1, IWU) yhteyden ensimmäisen haaran muodostamiseksi ensimmäisen matkaviestimen (MS A) ja ensimmäisen verkkoelementin välille ja kapasiteetin varaamiseksi ensimmäiselle haaralle ilmarajapinnalta, ja toisen verkkoelementin (MSC 2, IWU) toisen haaran muodostamiseksi toisen matkaviestimen (MS A)

ja toisen verkkoelementin välille ja kapasiteetin varaamiseksi toiselle haaralle ilmarajapinnalta

tunnettu siitä, että,

ensimmäinen verkkoelementti (MSC 1, IWU) on sovitettu ylläpitämään tietoa ensimmäiselle haaralle ilmarajapinnalta varatusta kapasiteetista, vastaanottamaan tietoa toisen haaran kapasiteetista, vertaamaan kapasiteetteja keskenään ja muuttamaan vasteena kapasiteettien erolle ensimmäisen haaran kapasiteettia vastaamaan toisen haaran kapasiteettia, ja

toinen verkkoelementti (MSC 2, IWU) on sovitettu lähettämään ensimmäiselle verkkoelementille tietoa toisen haaran kapasiteetista.

16. Patenttivaatimuksen 15 mukainen matkaviestinjärjestelmä, tunnettu siitä, että toinen verkkoelementti (MSC 2, IWU) on sovitettu lähettämään ensimmäiselle verkkoelementille tietoa toisen haaran kapasiteetista vasteena toisen haaran kapasiteetin muutokselle.

17. Patenttivaatimuksen 15 tai 16 mukainen matkaviestinjärjestelmä, tunnettu siitä, että ensimmäinen verkkoelementti (MSC 1, IWU) on sovitettu tiedustelemaan toiselta verkkoelementiltä (MSC 2, IWU), voidaan toisen haaran kapasiteettia muuttaa, vastaanottamaan vastauksen tiedusteluun ja muuttamaan ensimmäisen haaran kapasiteettia ainoastaan, mikäli toisen verkkoelementin kapasiteettia voidaan muuttaa, ja

toinen verkkoelementti on sovitettu vastaanottamaan tiedustelu toisen haaran kapasiteetin muutosmahdollisuudesta, ja lähettämään ensimmäiselle verkkoelementille tietoa toisen haaran kapasiteetin muutosmahdollisuuksista vasteena muutosmahdollisuuden kysymiselle

18. Patenttivaatimuksen 15, 16 tai 17 mukainen matkaviestinjärjestelmä, tunnettu siitä, että ensimmäinen verkkoelementti ja toinen verkkoelementti ovat sama verkkoelementti (MSC, IWU), joka on sovitettu välittämään tietoa ensimmäisen haaran ja toisen haaran kapasiteetista verkkoelementin sisäisenä tietona

19. Tietoliikenneverkon verkkosovitin (IWU), tunnettu siitä, että se on sovitettu monitoroimaan tietoliikenneverkkoon yhteydessä olevan päätelaitteen ja toisen osapuolen välistä yhteyttä, havaitsemaan päätelaitteen ja verkkosovittimen välisen ensimmäisen osayhteyden ja toisen osapuolen ja verkkosovittimen välisen toisen osayhteyden välistä kapasiteettieroja indikoivan tapahtuman, määrittelemään tapahtuman suuruuden, ja muuttamaan tietoliikenneverkon ja päätelaitteiden välisiä tiedonsiirtoresursseista yhteydelle varattua kapasiteettia, mikäli tapahtuman suuruus täyttää ennalta määritellyn ehdon.

20. Patenttivaatimuksen 19 mukainen verkkosovitin (IWU), tunnettu siitä, että se on sovitettu suorittamaan monitoroinnin, havaitsemisen, määrittelyn ja mainitun varatun kapasiteetin muuttamisen yhteyden nousevalle suunnalle erikseen ja yhteyden laskevalle suunnalle erikseen.

5 21. Patenttivaatimuksen 19 mukainen verkkosovitin (IWU), tunnettu siitä, että se on sovitettu suorittamaan monitoroinnin, havaitsemisen, ja määrittelyn yhteyden nousevalle suunnalle erikseen ja yhteyden laskevalle suunnalle erikseen, ja nostamaan mainittua varattua kapasiteettia mikäli kapasiteetin tason nostoon liittyvä ehto täyttyy jommassakummassa suunnassa ja
10 laskemaan ilmarajapinnan kapasiteettia ainoastaan, mikäli kapasiteetin tason laskuun liittyvä ehto täyttyy molemmissa suunnissa.

22. Patenttivaatimuksen 19, 20 tai 21 mukainen verkkosovitin (IWU), tunnettu siitä, että se on matkaviestinverkon verkkosovitin, ja tiedonsiirtoresurssit ovat ilmarajapinnan resursseja.

(57) Tiivistelmä

Menetelmä ja menetelmän toteuttava laitteisto päätelaitteiden ja verkkoelementin välisen tiedonsiirtoresurssien, erityisesti ilmarajapinnan resurssien, optimointiin. Yhteyden eri haarojen tai osayhteyksien kapasiteettierojen pienentämiseksi verkko mukauttaa (2-5, 2-10A, 2-13) päätelaitteen ja verkon väliset liikennekanavaresurssit sopivaksi verkkoelementistä ulospäin olevalle yhteydelle, esimerkiksi yhteydelle toiseen matkaviestimeen tai yhteydelle kiinteään verkkoon, tarkkailemalla ja vertailemalla osayhteyksien datasiirtokapasiteettia tai vastaanottamalla tiedon (2-4, 2-9A, 2-9B, 2-12, 2-14) ulospäin olevalta osayhteydeltä sen datasiirtokapasiteetista.

(Kuvio 2)

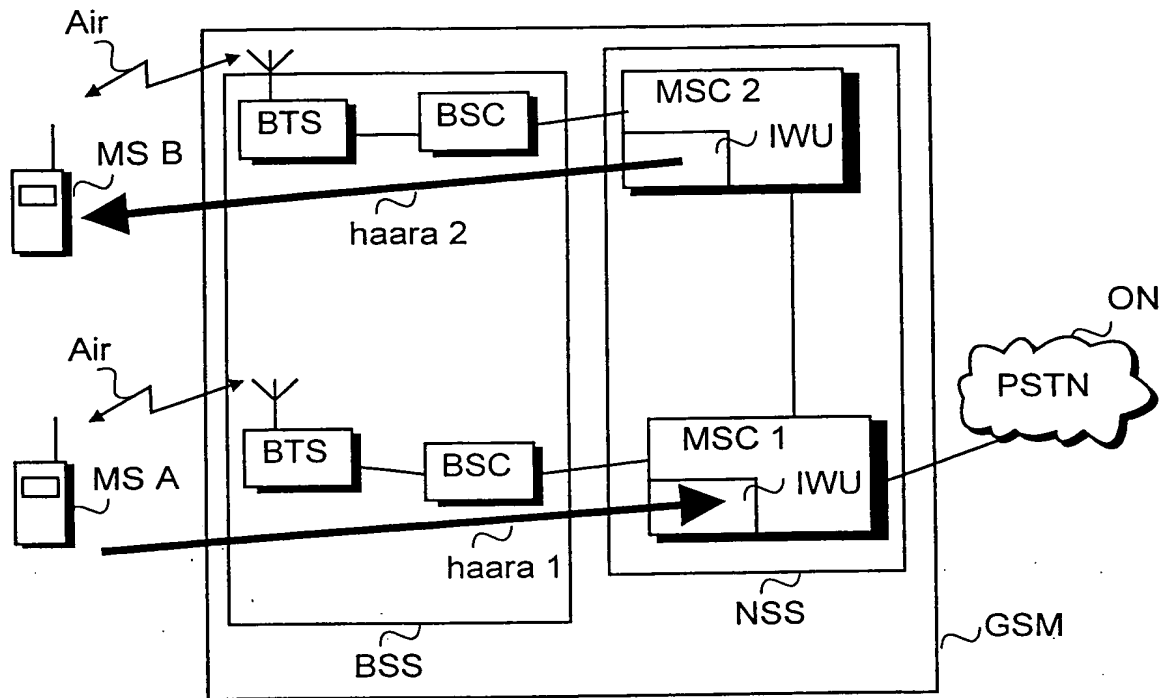


FIG.1

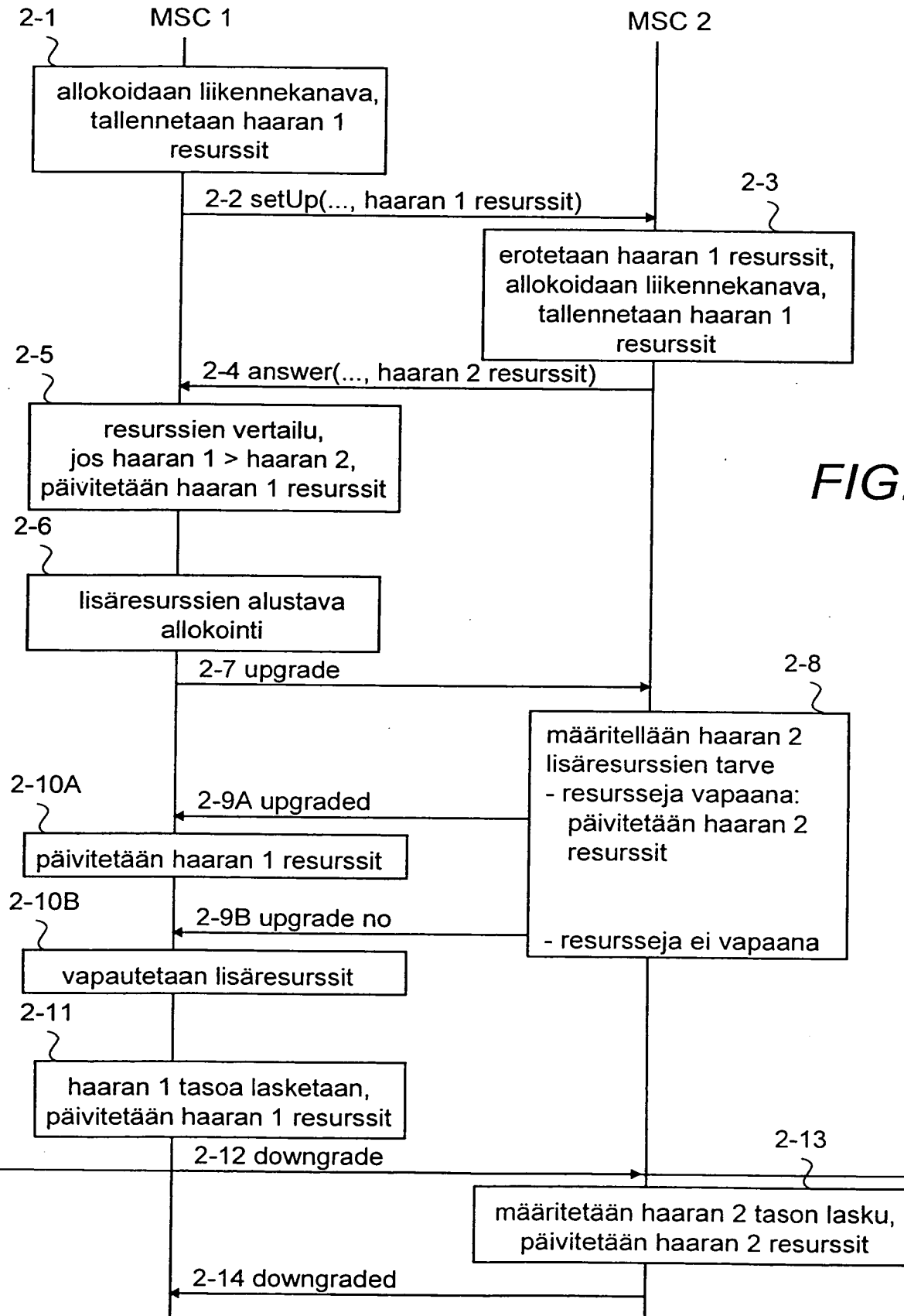


FIG.2

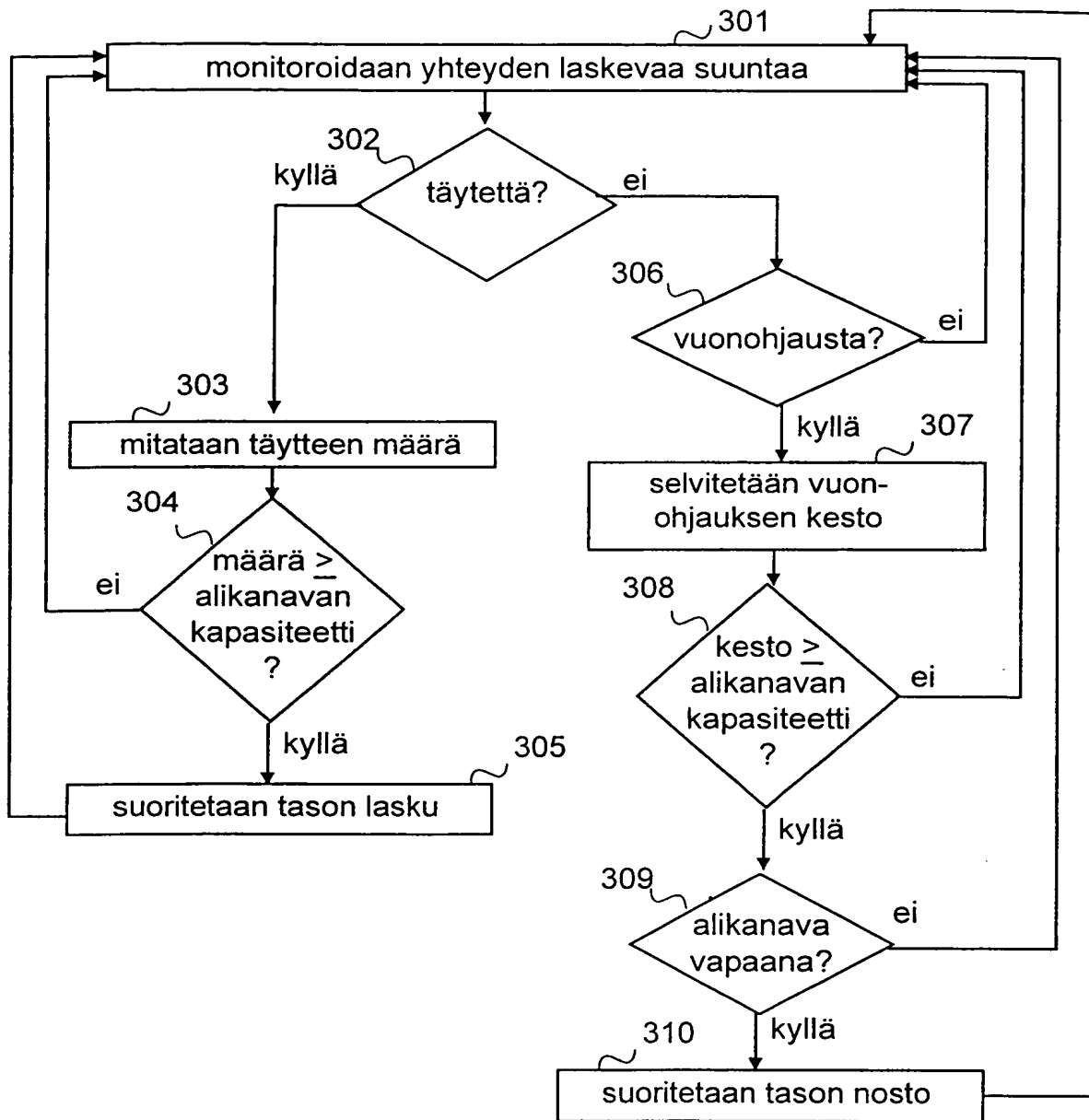


FIG.3

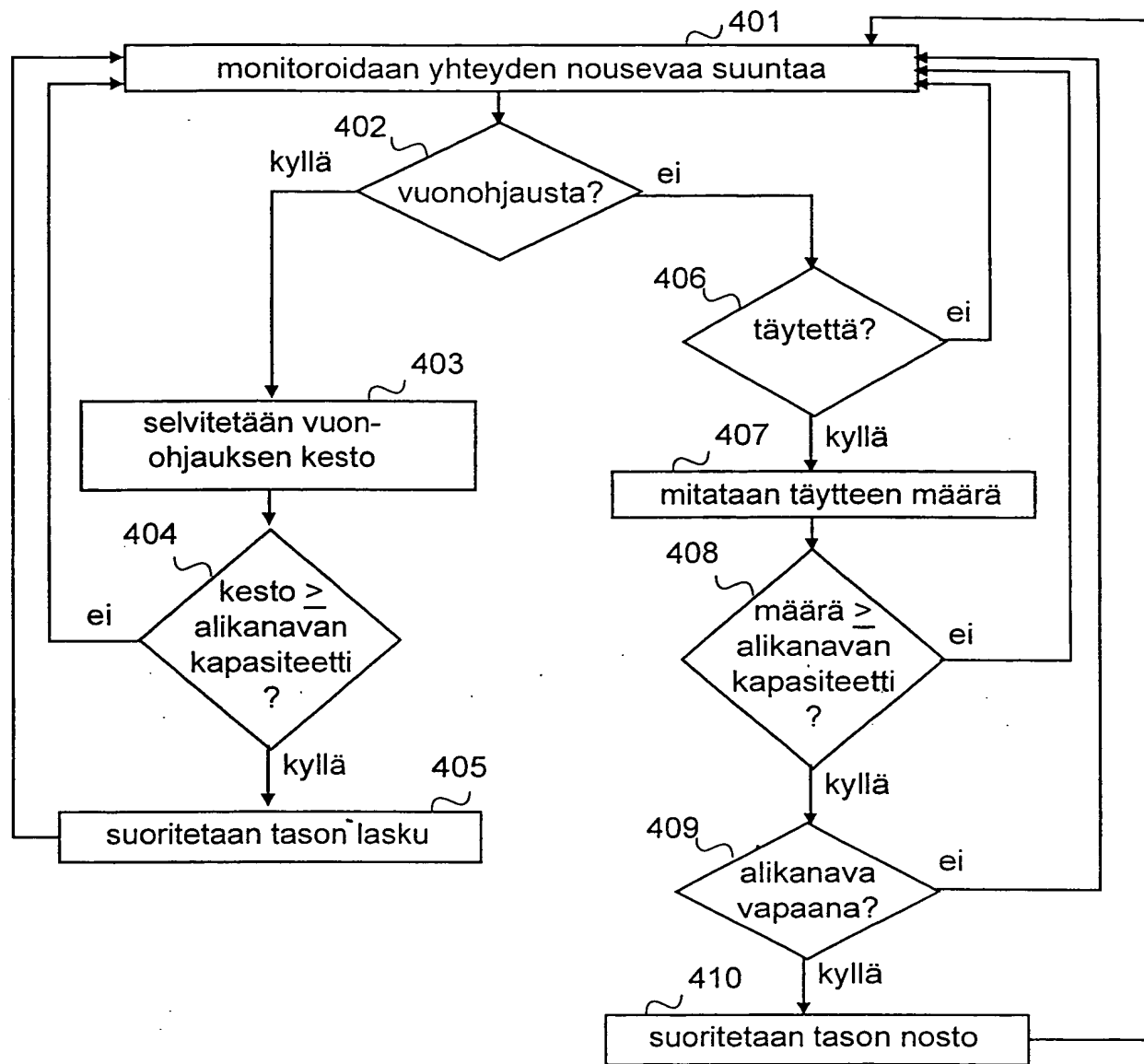


FIG.4